

Чавунна справа: від роботи підмайстрів до технологічної досконалості

Всупереч колосальним відмінностям у термінології, яку використовують металурги світу, в українській, російській та англійській мовах є значний спільний момент, який стосується чавуну.



У нас чавун розливають у "чушки", а в англійських країнах цей матеріал називають "pig iron". У обох випадках простежується "свинячий слід". Але як можна пояснити такий зв'язок тваринництва і промисловості?

Все просто. У стародавні часи отримання чавуну і його розливання у зливки довіряли підмайстрам або учням. Ця робота була примітивною і непрестижною. Звідси і порівняння, яке через століття дійшло і до наших днів.

Але сьогодні виробництво чавуну - складний високотехнологічний переділ металургії. У доменних цехах отримують метал, який є основою для успіху всіх подальших металургійних переділів.

Що таке чавун? Це сплав заліза з вуглецем. Частка вуглецю в ньому не опускається нижче 2,14%. Тому це крихкий метал, у який іноді додають легуючі елементи - хром, нікель, вольфрам, алюміній та ін.



Історія виробництва чавуну

Вважається, що цей сплав вперше отримали в Китаї на початку I тисячоліття до нашої ери. Тоді протягом декількох днів у тиглях за температури вище 1200°C виплавили кричне залізо і деревинне вугілля. Пізніше була винайдена так звана «китайська вагранка» - спеціальна піч для виробництва чавуну. На відміну від сучасних домен-гігантів це були невеликі сиродутні горна заввишки 1 метр. Матеріалу виробляли небагато, і був він низької якості.

У V-III столітті до нашої ери у цьому ж Китаї оволоділи виробництвом складних відливок із чавуну. Цей період вважається початком історії художнього чавунного лиття.

До середини XIV століття технологія дійшла до Європи. Виробництво чавуну в Україні почалося у XVII столітті. Цікаво, що перші доменні печі (гамарні, домниці та ін.) з'явилися не на Донбасі або в Придніпров'ї, у надрах яких зберігаються запаси залізної руди і вугілля, а у Прикарпатті. Сама стара із тих доменних печей, що збереглися - Ангелівська домниця - була збудована у 1810-1812 рр. і працювала до 1818 року. Однак металургія не отримала розвитку в цьому регіоні через те, що залізорудна сировина на заході сучасної України була низької якості.

Виробництво чавуну у сучасній металургії

Відкриття залізної руди в Кривбасі і вугільних покладів у Донбасі привели до бурхливого розвитку металургії та доменного виробництва в центральній і східній Україні. Нові металургійні заводи будувалися у багатьох містах. І практично всюди впровадити виробництво чавуну у доменних печах, які поступово еволюціонували. Технологія виробництва розвивалася в залежності від доступності сировини і енергоресурсів.



Сьогодні на етапі аглодоменного переділу у доменних печах отримують рідкий метал, який після цього або розливають у зливки для продажу, або у рідкому вигляді направляють на виробництво сталі. Цей етап металургії розповсюджений у країнах, де є великі запаси залізної руди, або ця сировина є доступнішою у порівнянні з ломом чорних металів. Україна входить до переліку таких металургійних держав. Саме тому у нас на багатьох металургійних підприємствах є доменні цехи. Ці українські заводи і комбінати виробляють близько 85% сталі та металопрокату.

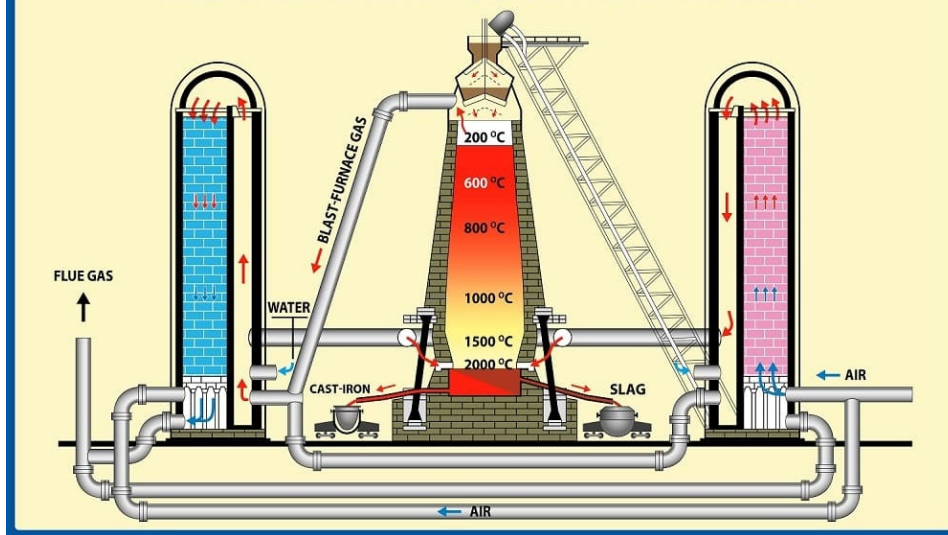
Чавун виплавляють із використанням двох основних видів залізвмісної сировини: агломерата й окатишів. Агломерат виробляють на аглофабриках методом спікання на конвеєрі вапняку з аглорудою, дрібним коксом і дрібнодисперсними відходами металургійного виробництва, що містять залізо. А залізрудні окатиші - це продукт гірничо-збагачувальних комбінатів та фабрик, де з подрібненої сировини (концентрату) і спеціальних добавок шляхом огрудкування отримують міцні кульки, які спікають у випалювальній машині. Відмінності цих видів залізрудної сировини полягають у вмісті заліза, особливостях транспортування і зберігання, а також у різних технологічних параметрах доменних печей. Виплавка чавуну із окатишів - більш агресивний процес, тому тут більше уваги приділяють охолодженню броні та іншим технологічним нюансам.

Слід зазначити, що для виплавки чавуну потрібні високі температури. Якщо в недалекому минулому для цього у великих об'ємах використовували природний газ, то сьогодні більшість доменних печей обладнані установками з вдування пилоугільного палива (ПВП), використання якого дозволяє істотно знизити витрати на виробництво сплаву.

Чавун виробляють також на невеликих ливарних заводах. У якості сировини тут, як правило, використовують чавунний металолом або чушки, вироблені на металургійних заводах. Цей чавун має стабільний, регламентований державними стандартами хімічний склад: низький вміст сірки і фосфору, фіксована частка кремнію та вуглецю.

У ливарному виробництві із чавуну виробляють готові вироби товщиною не менш 5-10 мм, оскільки це не гнучкий, не пластичний матеріал. Його важко обробляти тиском. Тому на таких заводах встановлено спеціальне устаткування для фасонного лиття чавуну.

THE CAST IRON PRODUCTION PROCESS



Що таке доменна піч та як вона працює?

На сьогоднішній день доменна піч – це досить складна конструкція, в якій більшість процесів автоматизовані та діджиталізовані. Проте, загальний принцип доменного переділу залишається незмінним вже понад 1,5 століть.

Отримання чавуну в доменних печах металургійних заводів та комбінатів відбувається з залізорудної сировини (аглоруда, агломерат, окатиші й т.ін.), які здобувають у кар'єрах та підземних шахтах й дороблюють на гірнично-збагачувальних комбінатах й аглофабриках.

Домна - це найбільший металургійний агрегат, висота якого може перевищувати 70 метрів. А технологічний процес у цій печі заснований на принципі протитечії. Суміш залізорудної сировини, коксу та вапняку – шихта – через верхню частину, що зветься колошником, завантажують у шахту. А знизу через спеціальні фурми подається гаряче дуття - гаряче повітря, збагачене киснем і вуглеводневим паливом (природний газ або ПУТ - пиловугільне паливо). Угорі відбувається нагрівання суміші, а розм'якшується і плавиться вона трохи нижче – у розпарі. Ще нижче розташовується горно.

Рідкий чавун накопичується у нижній частині горна. Поступово через лютки його зливають у чавуновози для транспортування та використання у сталеплавильному переділі. З іншої сторони доменної печі жужіль зливається у спеціальні чаші.

Успішність доменного процесу залежить від якості сировини. Тому її підготовці, що включає кілька етапів, приділяється велика увага. Оскільки неправильно підготовлена шихта може уповільнити процес плавки або на виході отримати неякісний продукт. Вся сировина та паливо повинні мати однорідний хімічний склад, щоб отримувати чавун стабільної якості з мінімумом шкідливих домішок, які можуть негативно вплинути на характеристики продуктів подальшої переробки.

Етапи підготовки сировини:

1. Пересортування руди – досить великі шматки руди складніше плавити, проте занадто дрібні погіршують газопроникність стовпа шихти. Тому ЗРС має мати фракції певних розмірів;
2. Підготовка палива. Кокс - досить крихке паливо, тому його завантаження у піч має відбуватися з особливою обережністю;
3. Підготовка флюсу – від якості та рівномірності розміщення флюсу залежить однорідність хімічного складу чавуну. Адже ці матеріали допомагають відокремлювати шкідливі домішки, які містяться у руді;

Види чавуну і відмінність від сталі

Є декілька загальноприйнятих класифікацій чавуну: за метою використання, за вмістом вуглецю, у залежності від форми графітових включень і структури металеві основи, за призначенням та хімічним складом.

У світовій практиці використовують велику кількість стандартів, що регламентують технічні вимоги і якісні показники цієї продукції. В Україні і країнах СНД найпопулярнішими видами чавуну є наступні:

- Чавун передільних марок П1, П2, ПЛ1, ПЛ2, ПФ1, ПФ2, ПФ3, ПВК1, ПВК2, ПВК3 (використовується для подальшого виготовлення сталі або у ливарному виробництві);
- Чавун ливарних марок Л1, Л2, Л3, Л4, Л5, Л6, ЛР1, ЛР2 та ін. (застосовується для переплава і виробництва чавунних виливків);
- Чавун із пластинчастим графітом марок СЧ10, СЧ15, СЧ25, СЧ35 та ін. (сірі чавуни, що використовуються для виготовлення виливків);

- Чавуни з кулеподібним графітом – ВЧ 35, ВЧ 45, ВЧ 50, ВЧ 70, ВЧ 80, ВЧ100 (високоміцні чавуни);

- Чавуни з вермикулярним графітом – ЧВГ 30, ЧВГ 35, ЧВГ 40, ЧВГ 45;

Антифрикційні чавуни, жаростійкі, жароміцні, корозієстійкі, дзеркальні та інші види спеціальних чавунів.

До літер маркування додають цифри, які означають мінімальний тимчасовий супротив, рівень твердості або інші характеристики залізорудного сплаву.

Порівняльна таблиця марок чавунів за різними стандартами

ГОСТ	DIN	EN	ASTM/SAE/AISI	UNS	JIS
СЧ 25	GG-25	GJL-250	A48 class 40B	F12801	FC 250
КЧ 37-12	GTS-35-10	—	A47 grade 350M10	F23131	FCM 340
ВЧ 60	GGG 60	GJS-600-3	A536 60-55-06	F33800	FCD 600

Такі чавуни розподіляють на: білий і сірий (чорний). Це залежить від стану вуглецю у чавуні (цементит і графіт відповідно), що обумовлює вид зламу і його колір.



Білий чавун - міцніший і крихкіший, важко піддається механічній обробці. Основний напрямок його використання - виготовлення методом лиття високоміцних та зносостійких деталей (прокатних валків, розмелювальних куль, тощо). Сірий чавун – більш м'який та масовий, що має відмінні ливарні властивості. Із нього виробляють станини машин і механізмів, фасонне чавунне лиття широкого застосування, антифрикційні деталі.

Галузі застосування чавуну

Основна сфера застосування чавуну – це **металургія**. Саме тут цей матеріал перетоплюють у сталь. Не зважаючи на те, що в обох сплавах основним елементом є залізо, між ними є важливі відмінності: вміст вуглецю, легуючих добавок і домішок, а також сфери застосування.

У чавуні вміст вуглецю перевищує 2,14%, чим і обумовлена крихкість матеріалу. При подальшій переробці в сталеплавильних печах вміст вуглецю скорочується, і в результаті виходить сталь. На відміну від чавуну, цей матеріал краще піддається різним видам механічної обробки. Його можна прокатувати, гнути, різати.

Однак отримати сталь одразу із залізної руди практично неможливо. Але слід зазначити, що за останні роки все більшого поширення набувають технології прямого відновлення заліза. У них із спеціально підготовленої руди отримують брикети з високим вмістом заліза, минаючи аглодомений переділ. Це фактично матеріал, яким можна замінити металолом. Однак пряме відновлення - це коштовний процес, для якого, як правило, потрібні величезні обсяги дешевого природного газу та сировини з високим вмістом заліза.

Тому у тих металургійних країнах, де немає великих запасів "блакитного палива", ще довго основний технологічний ланцюг буде мати таку послідовність: видобуток і збагачення ЗРС - виробництво чавуну - витоплювання сталі - виробництво металопрокату.



Проте деяка частина чавуну використовується без процесу перетоплювання в сталь.

Однією з основних сфер використання є важке **машинобудування**, оскільки це твердий та міцний метал, здатний витримувати великі навантаження. А сірий чавун із графітовими домішками успішно впорається з вібрацією та дрібними коливаннями. Тому його використовують для виливки корпусів механізмів та основ верстатів. З ковкого чавуну відливають вузли механізмів, які працюють в умовах підвищеного тертя або за низьких температур. Високоміцний легований чавун є одним із основних матеріалів для виготовлення робочих та опорних валків прокатних станів.

Цей матеріал має високий рівень акумулювання та віддачі тепла, тому з нього виготовляють посуд (пательні, посуд для запікання тощо) та радіатори систем опалення. А завдяки високій зносостійкості, довговічності та високій пожежній безпеці, чавунні труби досі використовуються в каналізаційних системах (**сантехніка**) та у проведенні водопроводів.

Чавун у побуті поступово витісняється іншими матеріалами. Проте є одна галузь, де цей метал ще довго буде популярним. Сучасні ковалі люблять працювати з чавуном, виготовляючи з нього ефектні елементи декору – сходи, огорожі, ґрати для камінів тощо. Такі **елементи інтер'єру та екстер'єру** користуються попитом завдяки їх довговічності та стійкості до корозії. Матеріал пройшов перевірку часом – адже 100-150 років тому з нього масово будували мости та сходи, відливали ліхтарі та огорожі набережних річок. І ці конструкції слугують їй досі.

А ось праця доменщиків за цей час еволюціонувала. Проте серед обов'язків працівників доменних цехів і зараз є один нюанс, що нагадує про тваринництво. «Козел» - це, ймовірно, найжахливіший професійний термін для доменщиків. Він означає застигання чавуну в печі, яке може призвести до зупинки всіх наступних металургійних переділів.

Тому виплавка чавуну зараз - це вже не праця підмайстрів, а дуже відповідальний процес, який контролюють висококваліфіковані фахівці.